



⑪ Numéro de publication : **0 688 788 A1**

⑫

# **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **95401462.7**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup> : **C07K 5/065, C07F 5/02, A61K 38/05, A61K 33/22**

㉔ Date de dépôt : **21.06.95**

③① Priorité : **22.06.94 FR 9407589**

④③ Date de publication de la demande :  
**27.12.95 Bulletin 95/52**

⑥④ Etats contractants désignés :  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU NL PT SE**

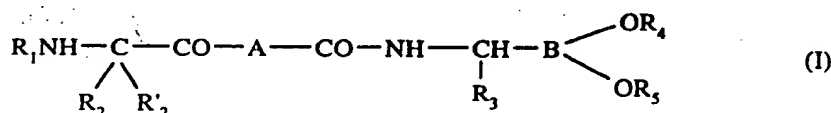
⑦① Demandeur : **ADIR ET COMPAGNIE**  
**1 rue Carle Hébert**  
**F-92415 Courbevoie Cédex (FR)**

⑦② Inventeur : **de Nanteuil, Guillaume**  
**12 rue du Chemin Vert**  
**F-92150 Suresnes (FR)**

Inventeur : **Lila, Christine**  
**11 rue du Général Gallieni**  
**F-78220 Viroflay (FR)**  
 Inventeur : **Gloanec, Philippe**  
**55 résidence Elysée II**  
**F-78170 La Celle Saint Cloud (FR)**  
 Inventeur : **Lauble, Michel**  
**35 avenue Foch**  
**F-92420 Vaucresson (FR)**  
 Inventeur : **Verbeuren, Tony**  
**60 bis rue Aristide Briand**  
**F-78540 Vernouillet (FR)**  
 Inventeur : **Simonet, Serge**  
**43 rue Désiré Clément**  
**F-78700 Conflans Sainte Honorine (FR)**  
 Inventeur : **Rupin, Alain**  
**La Saintrie**  
**F-37510 Savonnières (FR)**

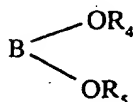
⑤④ **Dérivés peptidiques de l'acide boronique ayant une activité inhibitant de protéase, leur procédé de préparation et les compositions et les compositions pharmaceutiques les contenant**

⑤⑦ L'invention concerne les composés de formule (I) :



dans laquelle :

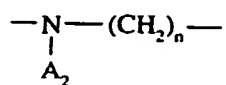
- R<sub>1</sub>** représente un atome d'hydrogène, un groupement acyle, alkoxy-carbonyl, benzyloxy-carbonyl, phénoxy-carbonyl, alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié substitué ou non, ou un groupement R<sub>6</sub>SO<sub>2</sub>- dans lequel R<sub>6</sub> représente un groupement alkyle, naphthyle, phényle, benzyle ou morpholine,  
**R<sub>2</sub>** représente un atome d'hydrogène ou un groupement phényle, benzyle substitué ou non, thiénylméthyle, (pyridinyl)méthyle, diphenylméthyle, fluorényle, naphthylméthyle, benzocyclobutyle, (dicyclopropylméthyl)méthyle, indanyl ou cycloalkyl (C<sub>3</sub>-C<sub>7</sub>) méthyle,  
**R'<sub>2</sub>** représente un atome d'hydrogène  
 ou bien  
**R<sub>2</sub> et R'<sub>2</sub>** représentent ensemble C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH=,  
**R<sub>3</sub>** représente l'un quelconque des groupements tels que définis dans la description,  
**R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub>** représentent chacun un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle, ou



forme un ester boronique de pinanediol,

EP 0 688 788 A1

A représente le groupement suivant :



dans lequel n et A<sub>2</sub> sont tels que définis dans la description.  
Médicaments.

La présente invention concerne des dérivés peptidiques d'acide boronique, leur procédé de préparation, les compositions pharmaceutiques qui les contiennent ainsi que leur utilisation en tant qu'inhibiteurs de trypsin-like serine proteases.

L'une de ces serine proteases, la thrombine, est l'enzyme clé de la coagulation et joue un rôle central dans la pathologie des thromboses veineuses et artérielles comme l'ont montré F. Toti et coll. (Sang, Thrombose, Vaisseaux, 4, 483-494, 1992) et T.M. REILLY et coll. (Blood Coagulation and Fibrinolysis, 3, 513-517, 1992).

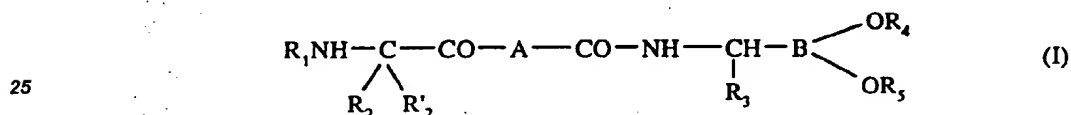
Les approches anti-thrombotiques sont plus efficaces et sans risque par rapport aux traitements actuels. Des inhibiteurs directs de la thrombine, actuellement en développement clinique, présentent toute une série d'avantages sur l'héparine. Mais ces substances, l'hirudine et l'hirulog-1 ont le désavantage de ne pas être actives par voie orale.

D'autre part, il est connu que des peptides contenant la séquence (D)Phe-Pro-Arg sont des inhibiteurs du site catalytique de la thrombine (C. KETTNER et coll., J. Biol. Chem., 265 (30), 18289-18297, 1990).

Des dérivés peptidiques de l'acide boronique, présentant une activité anti-thrombotique, ont déjà été décrits dans la littérature. C'est le cas plus particulièrement des composés décrits dans les brevets EP 293881 et EP 471651. M.A. HUSSAIN et coll. ont d'ailleurs démontré que l'acide Ac-(D)Phe-Pro-Arg boronique (DUP 714) est un inhibiteur de la thrombine (Peptides, 12, 1153-1154, 1991).

Il était donc particulièrement intéressant de synthétiser de nouveaux inhibiteurs de serine proteases afin d'augmenter la puissance, la sélectivité ainsi que l'activité par voie orale des composés déjà décrits dans la littérature.

Plus spécifiquement, la présente invention concerne les composés de formule (I) :



dans laquelle :

$\text{R}_1$  représente un atome d'hydrogène, un groupement acyle ( $\text{C}_1-\text{C}_8$ ) linéaire ou ramifié, alkoxy-carbonyle ( $\text{C}_1-\text{C}_8$ ) linéaire ou ramifié, benzyloxycarbonyl, phénoxycarbonyl, alkyle ( $\text{C}_1-\text{C}_8$ ) linéaire ou ramifié (substitué ou non par un ou plusieurs groupements phényle, carboxy, alkoxy-carbonyl ( $\text{C}_1-\text{C}_8$ ) linéaire ou ramifié, phénoxycarbonyl, benzyloxycarbonyl ou morpholinosulfonyl) ou un groupement  $\text{R}_6\text{SO}_2$  dans lequel  $\text{R}_6$  représente un groupement alkyle ( $\text{C}_1-\text{C}_8$ ) linéaire ou ramifié, naphthyle, phényle, benzyle, morpholine (chacun des groupements naphthyle, phényle ou benzyle étant lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs atomes d'halogène ou groupements alkyle ( $\text{C}_1-\text{C}_8$ ) linéaire ou ramifié, alkoxy ( $\text{C}_1-\text{C}_8$ ) linéaire ou ramifié, trihalogénométhyle, amino, alkylamino ou dialkylamino),

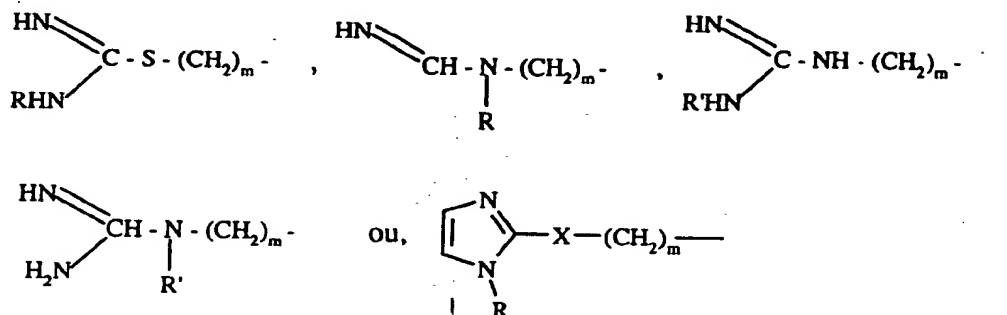
$\text{R}_2$  représente un atome d'hydrogène ou un groupement :

- phényle,
- benzyle (substitué ou non sur le noyau phényle par un ou plusieurs atomes d'halogène ou groupements alkyle ( $\text{C}_1-\text{C}_8$ ) linéaire ou ramifié, alkoxy ( $\text{C}_1-\text{C}_8$ ) linéaire ou ramifié, hydroxy, amino, nitro ou carboxy),
- thiénylméthyle,
- (pyridinyl)méthyle,
- diphénylméthyle,
- fluorényle,
- naphtylméthyle,
- benzocyclobutyle,
- (dicyclopropylméthyl)méthyle,
- indanyle,
- ou, cycloalkyl ( $\text{C}_3-\text{C}_7$ ) méthyle,

$\text{R}'_2$  représente un atome d'hydrogène ou bien

$\text{R}_2$  et  $\text{R}'_2$  représentent ensemble  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{}$ ,

$\text{R}_3$  représente l'un quelconque des groupements suivants :



dans lesquels :

$1 \leq m \leq 6$ ,

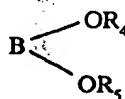
R représente un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle ( $\text{C}_1\text{-C}_6$ ) linéaire ou ramifié,

R' représente un groupement alkyle ( $\text{C}_1\text{-C}_6$ ) linéaire ou ramifié,

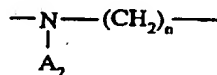
X représente un atome de soufre ou un groupement amino,

et R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub> représentent chacun un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle ( $\text{C}_1\text{-C}_6$ ) linéaire ou ramifié,

ou



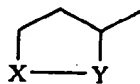
A forme un ester boronique de pinanediol, représente le groupement suivant :



dans lequel :

n représente 1 ou 2,

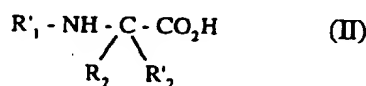
A<sub>2</sub> représente un groupement phényle, indanyle, cycloalkyle ( $\text{C}_3\text{-C}_7$ ) (substitué ou non par un ou plusieurs groupements alkyle ( $\text{C}_1\text{-C}_6$ ) linéaire ou ramifié) cycloalkényle ( $\text{C}_3\text{-C}_7$ ), bicyclo[2.1.1]hexyl, bicyclo[2.2.1]heptyl ou un groupement :



dans lequel

X et Y différents représentent un atome d'oxygène, de soufre, un groupement NH ou CH<sub>2</sub>, leurs énantiomères, diastéréoisomères et épimères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

L'invention concerne également le procédé de préparation des dérivés de formule (I) caractérisé en ce que l'on fait réagir un amino-acide protégé de formule (II), dont on a éventuellement séparé les isomères par une technique classique de séparation :



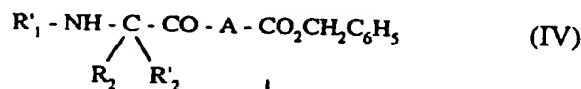
dans laquelle :

R'<sub>1</sub> représente un groupement acyle ( $\text{C}_1\text{-C}_6$ ) linéaire ou ramifié, benzyle, alkoxy-carbonyl ( $\text{C}_1\text{-C}_6$ )

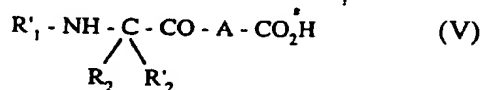
linéaire ou ramifié, benzyloxycarbonyle ou phénoxy-carbonyle,  
 $R_2$  et  $R'_2$  ont la même signification qu dans la formule (I),  
 que l'on fait réagir selon la technique de couplage peptidique décrite par W. KONIG et R. GEIGER (Ber., 103, 788, 1970), avec un deuxième amino-acide protégé de formul (III) dont on a év ntuell ment séparé les iso-  
 mères selon une technique classique de séparation,



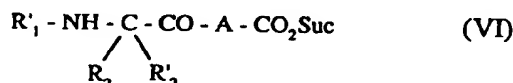
dans laquelle A a la même signification que dans la formule (I), pour conduire au composé de formule (IV) :



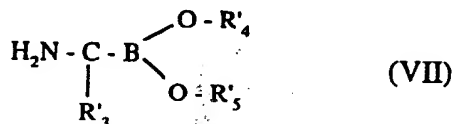
dans laquelle  $R'_1$ ,  $R_2$ ,  $R'_2$  et A ont la même signification que précédemment,  
 dont on déprotège la fonction acide par hydrogénation catalytique ou saponification, pour conduire au composé de formule (V) :



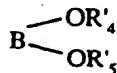
dans laquelle  $R'_1$ ,  $R_2$ ,  $R'_2$  et A ont la même signification que précédemment,  
 que l'on met en réaction avec du N-hydroxysuccinimide en présence de 1,3-dicyclohexylcarbodiimide en milieu anhydre, pour conduire au composé de formule (VI) :



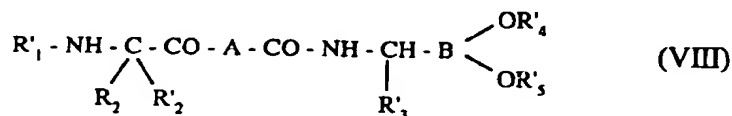
dans laquelle  $R'_1$ ,  $R_2$ ,  $R'_2$  et A ont la même signification que précédemment et Suc représente un radical succinimido,  
 que l'on met en réaction en milieu basique avec un composé de formule (VII) :



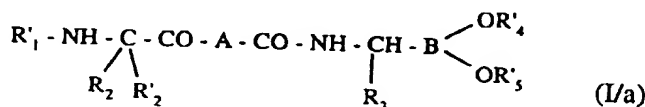
dans laquelle :  
 $R'_3$  représente le groupement  $Br-(CH_2)_m-$  dans lequel m a la même signification que dans la formule (I),  
 $R'_4$  et  $R'_5$  représente chacun un groupement alkyle ( $C_1-C_6$ ) linéaire ou ramifié,  
 ou



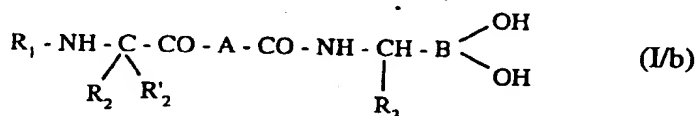
forme un ester boronique de pinanediol,  
 pour conduire au composé de formule (VIII) :



dans laquelle  $R'_1$ ,  $R_2$ ,  $R'_2$ ,  $R'_3$ , A,  $R'_4$  et  $R'_5$  ont la même signification que précédemment, que l'on fait réagir avec de la thiourée éventuellement substituée ou un composé permettant d'accéder au dérivé aminé convenablement substitué, pour conduire au composé de formule (I/a), cas particulier des composés de formule (I),



dans laquelle  $R'_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R'_2$ , A,  $R'_4$ ,  $R'_5$ , R et m'ont la même signification que précédemment, composé de formule (I/a) dont on déprotège, si on le souhaite, la fonction amine terminale et que l'on transforme, en milieu inerte, à l'aide de trichlorure de bore, en acide boronique de formule (I/b), cas particulier des composés de formule (I) :



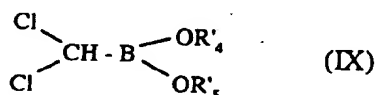
dans laquelle  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R'_2$ , A et  $R_3$  ont la même signification que dans la formule (I), composé de formule (I/a) ou (I/b) :

- que l'on purifie éventuellement selon une technique classique de purification,
- dont on sépare, si on le souhaite, les énantiomères selon une technique classique de séparation et que l'on transforme, le cas échéant, en ses sels d'addition à un acide ou une base pharmaceutiquement acceptable.

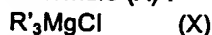
Parmi les acides pharmaceutiquement acceptables, on peut citer à titre non limitatif les acides chlorhydrique, bromhydrique, sulfurique, phosphonique, acétique, trifluoroacétique, lactique, pyruvique, malonique, succinique, glutarique, fumarique, tartrique, maléique, citrique, ascorbique, méthane sulfonique, camphorique, oxalique, etc...

Parmi les bases pharmaceutiquement acceptables, on peut citer à titre non limitatif, l'hydroxyde de sodium, l'hydroxyde de potassium, le bicarbonate de sodium, etc...

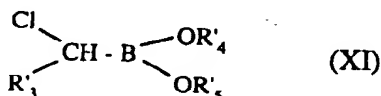
Les composés de formule (VII) peuvent être obtenus à partir du composé de formule (IX) obtenu selon le procédé décrit par M.W. RATHKE et coll. (J. Organomet. Chem., 122, 145-149, 1976) :



dans laquelle  $R'_4$  et  $R'_5$  sont tels que définis plus haut, que l'on fait réagir sur un organomagnésien de formule (X) :



dans laquelle  $R'_3$  a la même signification que précédemment, pour conduire au composé de formule (XI) :



dans laquelle  $R'_3$ ,  $R'_4$  et  $R'_5$  sont tels que définis précédemment, que l'on met en réaction avec le 1,1,1,3,3,3-hexaméthylidisilazane (HMDS) en présence de n-butyllithium pour conduire, après traitement en milieu acide, au composé de formule (VII).

Le composé de formule (XI) peut également être obtenu selon le procédé décrit par D.S. MATTESON et coll. (Organometallics, 3, 1284-1288, 1984) et W. RATHKE et coll. (J. Biol. Chem., 265 (30), 18289-18297,

1990).

Les composés de la présente invention, outre le fait qu'ils soient nouveaux, présentent des propriétés pharmacologiques particulièrement intéressantes.

Ce sont de puissants inhibiteurs de trypsine-like serine proteases qui présentent une importante activité vis-à-vis de la thrombine par rapport à d'autres serine proteases de la coagulation. Ils possèdent d'autre part une meilleure activité par voie orale que le composé de référence DUP 714.

Ces propriétés les rendent donc utiles dans le traitement des angines stables ou non, des maladies d'origine thrombotique et/ou donnant lieu à des complications thrombotiques ainsi que dans le traitement ou la prévention de l'infarctus du myocarde et des thromboses veineuses ou artérielles.

Ils peuvent également être utilisés en association thérapeutique avec un thrombolytique.

L'invention s'étend aussi aux compositions pharmaceutiques renfermant comme principe actif au moins un composé de formule (I) avec un ou plusieurs excipients inertes, non toxiques et appropriés. Les compositions pharmaceutiques ainsi obtenues pourront être présentées sous diverses formes, les plus avantageuses étant les comprimés, les dragées, les gélules, suppositoires, suspensions buvables, etc...

La posologie utile est adaptable selon la nature et la sévérité de l'affection, la voie d'administration ainsi que selon l'âge et le poids du patient. Cette posologie varie de 1 à 500 mg par jour en une ou plusieurs prises.

Les exemples suivants illustrent l'invention mais ne la limitent en aucune façon.

Les produits de départ utilisés sont des produits de départ connus ou préparés selon des modes opératoires connus.

La préparation A conduit à un intermédiaire de synthèse utile dans la préparation des composés de l'invention.

Les structures des composés décrits dans les exemples et celles de leurs intermédiaires ont été confirmées par les techniques spectroscopiques usuelles.

#### 25 **Préparation A : (R)-1-Amino-4-bromobutylboronate de (+)- $\alpha$ -pinanediol, chlorhydrate**

Ce composé a été obtenu selon le procédé décrit par C. KETTNER et coll. (J. Biol. Chem., 265 (30), 18289-18297, 1990) par réaction du bromure d'allyle sur le catécholborane, suivie d'une transestérification avec du (+)- $\alpha$ -pinanediol puis d'une réaction d'homologation en présence de dichlorométhyllithium et enfin de la réaction avec de l'hexaméthyl-disilazane.

Point de fusion : 160°C

Pouvoir rotatoire :  $[\alpha]_D^{25} = +16,5^\circ$  (c = 1 %, éthanol)

35

Microanalyse élémentaire :				
	C %	H %	N %	Cl %
calculé	45,88	7,15	3,82	9,67
trouvé	45,82	7,09	4,13	9,85

40

Les abréviations utilisées dans les exemples sont les suivantes :

Ac représente acétyl,

Fmoc représente 9-fluorénylméthoxycarbonyl,

Bz représente benzyl,

45 Suc représente le groupement succinimido,

(R)Phe représente le résidu (R)-phénylalaninyl,

Gly représente le résidu glycyl,

Boc représente t.butoxycarbonyl.

50

#### **Exemple 1 : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(Isothiouréido) butylboronate de (+)- $\alpha$ -pinanediol**

Stade A : Boc-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly-OBz

En utilisant la technique de couplage peptidique (DCC/HOBT) décrite par W.KONIG et R.GEIGER (Ber., 103, 788, 1970) et le diméthylformamide anhydre comme solvant, le produit attendu est préparé à partir de 73 mmoles de (N-cyclopentyl)Gly-OBz et de Boc-(R)Phe-OH et est purifié par chromatographie sur colonne de silice en utilisant comme éluant un mélange dichlorométhane/éthanol (97/3).

**Rendement : 76 %**

**Stade B :** H-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly-OBz

Le produit obtenu au stade précédent est déprotégé par dissolution de 31 mmoles dans 150 ml d'acétate d'éthyle anhydre refroidi dans un bain eau-glace en réalisant un barbotage d'acide chlorhydrique gaz pendant une heure. Après retour à température ambiante et agitation pendant une heure, le mélange est évaporé. Le résidu est repris à l'éther et à nouveau évaporé.

**Rendement : 99 %**

**Stade C :** Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly-OBz

5 mmoles du composé obtenu au stade précédent dans un mélange contenant 10 ml de dioxane, 5 ml d'eau, 24 ml d'anhydride acétique et 25 mmoles de bicarbonate de sodium sont agitées pendant 3 heures à température ambiante. Après évaporation, le résidu est repris par un mélange eau/acétate d'éthyle. La phase organique est lavée à l'eau, puis par une solution saturée de chlorure de sodium. Après séchage et évaporation, on obtient le produit attendu.

**Rendement : 89 %**

**Stade D :** Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly-OH

5 mmoles du produit obtenu au stade précédent dans 25 ml de méthanol sont hydrogénées sous une pression d'hydrogène de 4 kg pendant 12 h en présence de 150 mg de palladium/C à 10 % anhydre. Après filtration du catalyseur, le produit attendu est obtenu après évaporation du solvant.

**Stade E :** Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly-OSuc

A 4,46 mmoles de N-hydroxysuccinimide dans 50 ml de dichlorométhane anhydre, sont ajoutées 4,46 mmoles du produit obtenu au stade précédent dans 20 ml de dichlorométhane anhydre puis 4,46 mmoles de dicyclohexylcarbodiimide dissous dans du dichlorométhane. L'ensemble est agité 12 heures à température ambiante. Après filtration de la dicyclohexylurée formée, le produit attendu est obtenu après évaporation.

**Stade F :** 1-(R)-[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino-4-bromobutylboronate de (+)α-pinanediol

4 mmoles du composé obtenu dans la préparation A dans 10 ml de dichlorométhane anhydre et 4 mmoles du composé obtenu au stade précédent sont placées sous atmosphère d'argon à -20°C. 56 ml de triéthylamine sont alors ajoutées goutte à goutte et l'ensemble est maintenu 30 minutes à -20°C. Après retour à température ambiante, le mélange est agité une nuit sous atmosphère d'argon. Après reprise par de l'acétate d'éthyle, lavage à l'eau, au bicarbonate de sodium, à l'eau, à l'acide chlorhydrique 0,2N et enfin à l'eau, la phase organique est séchée et évaporée. Le produit attendu est obtenu après purification sur résine "Sephadex®".

**Rendement : 90 %**

**Stade G :** 1-(R)-[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino-4-(isothiouréido) butylboronate de (+)α-pinanediol

2,4 mmoles du composé obtenu au stade précédent et 7,3 mmoles de thiourée dans 6 ml d'éthanol sont agitées 60 heures à température ambiante. Après évaporation du solvant, le produit attendu est obtenu après purification par passage sur résine "Sephadex®" en utilisant le méthanol comme éluant.

**Rendement : 85 %**

**Exemple 2 :** Acide 1-(R)-[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino-4-(isothiouréido)butyl boronique, acétate

2 mmoles du composé obtenu dans l'exemple 1 dans 25 ml de dichlorométhane anhydre sont refroidies à -78°C sous atmosphère d'argon. 8 mmoles de trichlorure de bore sont alors additionnées goutte à goutte en 30 minutes. La température est amenée à 0°C et l'ensemble agité 30 minutes. 10 ml d'eau glacée sont alors ajoutées et après 15 minutes d'agitation, le mélange est amené à température ambiante. La phase organique est décantée, extraite par 10 ml d'un mélange eau/acide acétique (90/10). La phase aqueuse restante est lavée à l'éther et les phases aqueuses réunies sont évaporées. Le résidu est purifié sur Bio-gel en utilisant comme éluant un mélange eau/acide acétique (90/10) et conduit au produit attendu qui est lyophilisé. L'analyse physicochimique du produit est compatible avec la structure attendue.

**Spectre de masse :** FAB<sup>+</sup> : [M+glycérol-2H<sub>2</sub>O+H<sup>+</sup>] : m/z = 561

**Exemple 3 :** 1-(R)-[Ac-(R,S)Phe-(N-cyclohexyl)Gly]amino-4-(isothiouréido)butyl boronate de (+)α-pinan diol

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 1 en remplaçant au stade A la (N-cyclopentyl)Gly-OBz par la (N-cyclohexyl)Gly-OBz et la Boc-(R)Phe-OH par la Boc-(R,S)Phe-OH.



**Ex mpl 4 : Acide 1-(R)-{[Ac-(R,S)Phe-(N-cyclohexyl)Gly]amino}-4-(isothioréido)butylboronique, acétate**

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple 3.

Spectre de masse :  $FAB^+$  :  $[M + \text{glycérol} - 2H_2O + H^+]$  :  $m/z = 576$

**Exemple 5 : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclohexyl)Gly]amino}-4-(isothioréido)butyl boronate de (+) $\alpha$ -pinanediol**

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 1 en remplaçant au stade A la (N-cyclopentyl)Gly-OBz par la (N-cyclohexyl)Gly-OBz.

**Exemple 6 : Acide 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclohexyl)Gly]amino}-4-(isothioréido)butylboronique, acétate**

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple 5.

Spectre de masse :  $FAB^+$  :  $[M + \text{glycérol} - 2H_2O + H^+]$  :  $m/z = 576$

**Exemple 7 : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(1N-méthylguanidino) butyl boronate de (+) $\alpha$ -pinanediol**

Stades A à F : Ces stades sont identiques aux stades A à F de l'exemple 1.

Stade G : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-azidobutyl boronate de (+) $\alpha$ -pinanediol

Stade H : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-aminobutyl boronate de (+) $\alpha$ -pinanediol

Les produits attendus aux stades G et H sont obtenus selon les procédés décrits dans le brevet EP 615978.

Stade I : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(N-méthylamino)butyl boronate de (+) $\alpha$ -pinanediol, benzène sulfonate

A 1 mmole du composé obtenu au stade précédent dans 20 ml d'éthanol anhydre sont ajoutés 5,7 g de tamis moléculaire 3Å et 3,75 ml d'une solution aqueuse de formaldéhyde à 40 %. L'ensemble est agité une nuit à température ambiante. Après filtration, 1 mmole d'acide benzène sulfonique est ajoutée aux phases éthanoliques et l'ensemble est hydrogéné en présence de 100 mg de Pd/C à 10 % comme catalyseur pendant une nuit à température ambiante et pression atmosphérique. Le produit attendu est obtenu après filtration du catalyseur et purification sur résine séphadex®.

Stade J : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(1N-méthylguanidino)butyl boronate de (+) $\alpha$ -pinanediol

Le produit attendu est obtenu par réaction du composé décrit au stade précédent avec du cyanamide selon le procédé décrit dans l'exemple 2 du brevet EP 615978.

**Exemple 8 : Acide 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(1N-méthylguanidino)butyl boronique, acétate**

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple 7.

Spectre de masse :  $FAB^+$  :  $[M + \text{glycérol} - 2H_2O + H^+]$  :  $m/z = 559$

**Exemple 9 : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclohexyl)Gly]amino}-4-(1N-méthylguanidino) butyl boronate de (+) $\alpha$ -pinanediol**

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 7 en utilisant comme produit de départ la (N-cyclohexyl)Gly-OBz.

**Exemple 10 : Acide 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclohexyl)Gly]amino}-4-(1N-méthylguanidino)butyl boronique, acétate**

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple 9.

**Spectre de masse** : FAB<sup>+</sup> : [I<sup>+</sup>] : [M+H]<sup>+</sup> : m/z = 516

**Exempl 11** : 1-(R)-{[Ac-(R)(3-amino)Ph -(N-cycl pentyl)Gly]amim }-4-(1N-méthylguanidino)butyl boronate de (+)α-pinanediol

**Stade A** : (R,S) (3-Nitro)Phe-OH, chlorhydrate

Le chlorhydrate de 3-nitrophénylalanine est obtenu en faisant réagir le bromure de 3-nitrobenzyle avec l'acétamidomalonate d'éthyle en milieu éthanol anhydre puis en hydrolysant le malonate de diéthyle formé par de l'acide chlorhydrique 6N en présence d'acétique.

**Stade B** : Fmoc-(R)(3-nitro)Phe-OH

A 4 mmoles du composé obtenu au stade précédent dissoutes dans 14,4 ml d'une solution aqueuse de carbonate de sodium à 10 % sont ajoutées après refroidissement 4 mmoles de Fmoc-Cl. Après retour à température ambiante, l'ensemble est agité une nuit puis versé sur 250 ml d'eau. La phase aqueuse est lavée à l'éther et acidifiée par de l'acide chlorhydrique concentré jusqu'à pH 1. Le produit attendu sous forme racémique est filtré, séché et les isomères sont séparés par HPLC sur colonne préparative DAICEL.OD en utilisant comme éluant un mélange heptane/isopropanol/acide trifluoroacétique (650/350/0,5).

**Stade C** : (R)(3-Nitro)Phe-OH

Le produit obtenu au stade précédent est déprotégé en milieu dioxane en présence de pipéridine.

**Stade D** : Boc-(R)(3-nitro)Phe-OH

Le produit obtenu au stade précédent est protégé classiquement en présence de di.t.butylcarbonate.

**Stade E** : Boc-(R)(3-nitro)Phe-(N-cyclopentyl)Gly-OBz

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit au stade A de l'exemple 1 à partir du produit obtenu au stade précédent.

**Stades F à M** : Les produits attendus à ces stades sont obtenus selon les procédés décrits aux stades B à J de l'exemple 7.

**Exemple 12** : Acide 1-(R)-{[Ac-(R)(3-amino)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(1N-méthylguanidino)butyl boronique, acétate

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple 11.

**Spectre de masse** : FAB<sup>+</sup> : [I<sup>+</sup>] : [M+M]<sup>+</sup> : m/z = 517

**Exemple 13** : 1-(R)-{[Morpholinosulfonyl-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(1N-méthylguanidino)butyl boronate de (+)α-pinanediol

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 7 en remplaçant au stade A la Boc-(R)Phe-OH par la morpholinosulfonyl-(R)-Phe-OH décrite dans J. Med. Chem. (Vol. 34, n° 7, p. 1937, 1991).

**Exemple 14** : Acide 1-(R)-{[Morpholinosulfonyl-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(1N-méthylguanidino)butyl boronique, acétate

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple 13.

**Exemple 15** : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(formimidoylamino)butyl boronate de (+)α-pinanediol

**Stades A à H** : Ces stades sont identiques aux stades A à H de l'exemple 7.

**Stade I** : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(formimidoylamino)butyl boronate de (+)α-pinanediol

Le produit attendu est obtenu en faisant réagir le chlorhydrate d'éthyl formimide sur le produit obtenu au stade précédent selon le procédé décrit dans le brevet PCT/US94/04058.

**Exemple 16** : Acide 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(formimidoylamino)butyl boronique, acétate

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple 11.

l'exemple 15.

Spectre de masse :  $FAB^+$  :  $[M+glycérol-2H_2O+H^+]$  :  $m/z = 544$

**Exemple 17** : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(N-méthyl-N-formimidoylamino)butyl boronate de (+)α-pinanediol

Stades A à I : Ces stades sont identiques aux stades A à I de l'exemple 7.

Stade J : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(N-méthyl-N-formimidoylamino)butyl boronate de (+)α-pinanediol

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit au stade I de l'exemple 15 à partir du composé décrit au stade précédent.

**Exemple 18** : Acide 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-(formimidoylamino)butyl boronique, acétate

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple A.

Spectre de masse :  $FAB^+$  :  $[M+glycérol-2H_2O+H^+]$  :  $m/z = 545$

**Exemple 19** : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-[(imidazol-2-yl)amino] butyl boronate de (+)α-pinanediol

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 1 en remplaçant au stade G la thiourée par le 1-trityl-2-aminoimidazole et en réalisant ensuite une hydrolyse acide.

**Exemple 20** : Acide 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-[(imidazol-2-yl)amino]butyl boronique, acétate

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple 19.

Spectre de masse :  $FAB^+$  :  $[M+glycérol-2H_2O+H^+]$  :  $m/z = 555$

**Exemple 21** : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-[(1-méthylimidazol-2-yl)thio]butyl boronate de (+)α-pinanediol

Stades A à F : Ces stades sont identiques aux stades A à F de l'exemple 1.

Stade G : 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-[(1-méthylimidazol-2-yl)thio]butyl boronate de (+)α-pinanediol

A une solution refroidie à 0°C contenant 2 mmoles d'hydruide de sodium et 2 mmoles de 1-méthyl-2-mercaptoprimidazole dans 10 ml de diméthylformamide sont ajoutées 2 mmoles du dérivé bromé obtenu au stade F. Après retour à température ambiante, addition d'eau, extraction à l'acétate d'éthyle, on obtient, après séchage et évaporation le produit attendu.

**Exemple 22** : Acide 1-(R)-{[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino}-4-[(1-méthylimidazol-2-yl)thio]butyl boronique, acétate

Le produit attendu est obtenu selon le procédé décrit dans l'exemple 2 à partir du composé décrit dans l'exemple 21.

## Etude pharmacologique des composés de l'invention

**Exemple 23** : Activité anti-coagulante, mesure des temps de thrombine et de prothrombine chez l'homme

En présence d'une quantité standard de thrombine ou de thromboplastine calcique, un plasma normal coagule en un temps défini et constant, appelé respectivement temps de thrombine (TT) et temps de prothrombine (TP). Au pli du coude, le sang veineux est recueilli dans une solution de citrate trisodique (0.109 M). Un plasma pauvre en plaquettes est obtenu par centrifugation des échantillons sanguins (3000 g, 15 minutes).

Le temps de thrombine est réalisé avec le réactif Thrombin Prest (Stago) et le temps de prothrombine avec le réactif Néoplastine (Stago). Ils sont déterminés automatiquement en utilisant un coagulomètre ST4 (Stago). L'antagoniste ou le solvant (10 µl) est additionné au plasma (90 µl), puis incubé 2 minutes à 37°C. 100 µl de thrombine ou 200 µl de thromboplastine calcique sont ajoutés en déclenchant le chronomètre. Dans ces conditions, le TT obtenu dans le plasma témoin est de l'ordre de 20 secondes chez l'homme, et le TP de l'ordre de 12 secondes. L'activité d'un inhibiteur est évaluée par sa capacité à prolonger ces temps par rapport au témoin. Dans ces conditions, les composés de l'invention permettent une prolongation du temps de thrombine et du temps de prothrombine de 50 fois et plus. L'effet des inhibiteurs est mesuré et la concentration qui multiplie par 2 le temps de coagulation (CTT<sub>2</sub> pour le temps de thrombine et CTP<sub>2</sub> pour le temps de prothrombine) est déterminée.

Les résultats sont reproduits dans le tableau suivant :

Produits	CTP <sub>2</sub> (µM)	CTT <sub>2</sub> (µM)
Exemple 2	2.29	0.20
Exemple 4	2.44	0.34
Exemple 6	2.92	0.29
Exemple 8	3.06	0.30
Réf. : DUP 714	2.63	0.18

#### **Exemple 24 : Inhibition de la thrombine et des sérines protéases de la coagulation et la fibrinolyse**

Pour évaluer in vitro l'activité inhibitrice des produits boro-Arginiques sur la thrombine humaine (Sigma, activité spécifique 3220 UNIH/mg), le fibrinogène humain purifié (6 µM, Enzyme Research Laboratories) a été ajouté à une quantité donnée de thrombine (0.7 nM) préalablement incubée avec ou sans l'inhibiteur à tester (20°C, 10 minutes).

Pour évaluer in vitro la sélectivité de ces produits vis-à-vis de différentes sérines protéases de la fibrinolyse et la coagulation, le même protocole a été appliqué à la plasmine humaine purifiée (2 nM, Stago), à la protéine C activée humaine purifiée (2 nM, Stago), au facteur X activé humain purifié (2 nM, Calbiochem), à l'activateur tissulaire du plasminogène (2 nM, Calbiochem), à l'urokinase humaine purifiée (2 nM, Choay), à la kallikreine plasmatique humaine purifiée (2 nM, Calbiochem) en utilisant pour substrats différents peptides paranitroanilidés : <Glu-Phe-Lys-pNA (0.50 mM, S 2403, Kabi) pour la plasmine, N-Cbo-Arg-Gly-Arg-pNA (0.39 mM, S 2765, Kabi) pour le facteur Xa, <Glu-Pro-Arg-pNA (0.52 mM, S 2366, Kabi) pour la protéine C activée, H-D-Pro-Phe-Arg-pNA (0.45 mM, S 2302, Kabi) pour la kallikreine, H-(D)-Ile-Pro-Arg-pNA (0.48 mM, S 2288, Kabi) pour l'activateur tissulaire du plasminogène et <Glu-Gly-Arg-pNA (0.56 mM, S 2444, Kabi) pour l'urokinase.

Inhibiteurs, enzymes et substrats sont dilués dans le même tampon (tampon phosphate 0.01 mM, pH 7.4, contenant 0.12 M de chlorure de sodium et 0.05 % de sérum albumine bovine) puis distribués dans une microplaque en polystyrène sous un volume de 50 µl.

La fibrine formée par la thrombine ou le paranitronilide libérée par l'action de la sérine protéase sont mesurés spectrophotométriquement à 405 nm après respectivement 5 ou 30 minutes de réaction à 20°C.

Le tableau ci-dessous donne la concentration de composé inhibant 50 % de l'activité enzymatique (CI50) en présence du produit de référence (DUP 714) et du composé de l'exemple 2 par rapport au contrôle sans produit. Les résultats démontrent que le composé de l'exemple 2 inhibe aussi puissamment la thrombine que le DUP 714 mais inhibe beaucoup moins les autres sérine-protéases de la coagulation et de la fibrinolyse que le DUP 714. Les composés des exemples 2, 6 et 8 sont donc des inhibiteurs beaucoup plus sélectifs de la thrombine que le DUP 714.

	Thrombine	Plasmine	tPA	Urokinase	FXa	Kalli	PCa
Réf. DUP 714	0.55	24	5.3	22	81	6.8	15
Ex. 2	0.59	1038	108	2503	>100000	164	593
Ex. 6	1.75	1261	92	1508	10850	181	467
Ex. 8	0.74	> 33000	395	> 33000	> 33000	1076	458

#### Exemple 25 : Mesure de l'activité anti-coagulante ex vivo.

##### Administration des produits par voie intraveineuse (i.v.) chez le rat

Les rats OFA, à jeun ou non, sont anesthésiés au pentobarbital (60 mg/kg, i.p.). L'artère carotide et la veine jugulaire sont dégagées et cathétérisées. Les cathéters sont purgés avec du sérum physiologique citraté (1/40). Après installation des cathéters, un prélèvement de 1.5 cm<sup>3</sup> de sang artériel est effectué sur citrate 0.109 M (1/9).

- 30 minutes après, le produit à tester est administré sous un volume de 1 ml en i.v.
- Des prélèvements artériels (1.5 ml) sont alors effectués à 1 minute 30, 5, 15, 30 et 60 minutes.
- A chaque prélèvement, 1.5 ml de sérum physiologique citraté est réinjecté à l'animal via la carotide.
- Les tubes de sang sont centrifugés 5 minutes à 3000 g (préparation du plasma).
- 100 µl de plasma sont incubés avec 100 µl de céphaline activée. Le temps d'apparition du phénomène de coagulation est mesuré, après addition de 100 µl de calcium.
- Les composés de l'invention, testés à la dose de 0.25 mg/kg augmentent de façon durable le temps de céphaline activée (TCA). Les résultats sont reproduits dans le tableau suivant et montrent les indices d'augmentation du temps de coagulation.

	Temps (minutes)				
	1.5	5	15	30	60
Ex. 2	2.6	1.8	1.2	1.2	1.1

#### Exemple 26 : Mesure de l'activité anti-coagulante ex vivo.

##### Administration des produits par voie intraveineuse (i.v.) chez le chien.

Les chiens à jeun sont anesthésiés au pentobarbital (30 mg/kg, i.v.). Une artère fémorale et une veine saphène sont dégagées et cathétérisées. Les chiens sont laissés en respiration libre. Les procédures de prélèvements sanguins sont identiques à celles décrites précédemment chez le rat dans l'exemple 5. Les composés de l'invention, testés à la dose de 0.5 mg/kg augmentent de façon durable le temps de céphaline activée (TCA). L'augmentation du TCA notée avec les composés de l'invention est toujours significative 60 minutes après leur administration et n'est pas accompagnée par une thrombopénie (voir tableau).

Produit (dose)	Temps (minutes)	Indice d'augmentation TCA	Variation du nombre de plaquettes (% du contrôle)
Exemple 2 (0.5 mg/kg)	1.5	9.6	-3
	5	3.6	-2
	15	1.9	0
	30	1.4	0
	60	1.1	0

Le DUP 714 à 0.25 mg/kg a provoqué une augmentation du TCA comparable à celle obtenue avec l'exemple 2 à 0.5 mg/kg. Cet effet du DUP 714 était accompagné d'une thrombopénie de 20%.

**Exemple 27 : Mesure d l'activité anti-coagulante x vivo.****Administrati n des produits par v le orale ch z le chi n.**

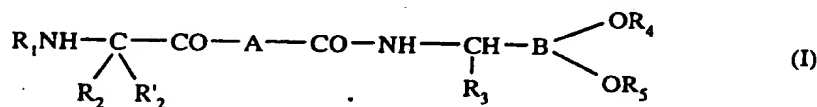
Après prélèvement d'un échantillon de sang, les produits sont administrés par voie orale. A des temps définis après le traitement, le sang est prélevé par voie intraveineuse. Le plasma est préparé, les plaquettes sont comptées et le test de temps de thrombine est pratiqué.

Le tableau démontre que le produit de l'exemple 2 à 2.5 mg/kg a provoqué des augmentations du TT sans modification du nombre de plaquettes. L'activité est durable (4 heures).

	Temps (heures)			
	0.5	1	2	4
Exemple 2	1.1	1.6	1.5	1.1

**Exemple 28 : Composition pharmaceutique**

Formule de préparation pour 1000 comprimés dosés à 10 mg :	
Composé de l'exemple 2	10 g
Hydroxypropylcellulose	2 g
Amidon de blé	10 g
Lactose	100 g
Stéarate de magnésium	3 g
Talc	3 g

**Revendications****1. Composés de formule (I) :**

dans laquelle :

**R<sub>1</sub>** représente un atome d'hydrogène, un groupement acyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, alkoxy-carbonyl (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, benzyloxy-carbonyl, phénoxy-carbonyl, alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié (substitué ou non par un ou plusieurs groupements phényle, carboxy, alkoxy-carbonyl (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, phénoxy-carbonyl, benzyloxy-carbonyl ou morpholinosulfonyl) ou un groupement R<sub>6</sub>SO<sub>2</sub>- dans lequel R<sub>6</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, naphthyle, phényle, benzyle, morpholine (chacun des groupements naphthyle, phényle ou benzyle étant lui-même éventuellement substitué par un ou plusieurs atomes d'halogène ou groupements alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, trihalogéno-méthyle, amino, alkylamino ou dialkylamino),

**R<sub>2</sub>** représente un atome d'hydrogène ou un groupement :

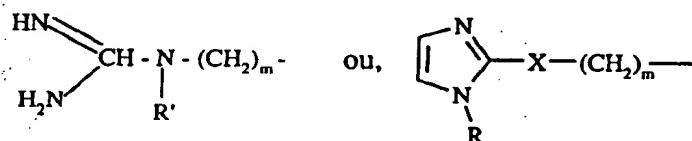
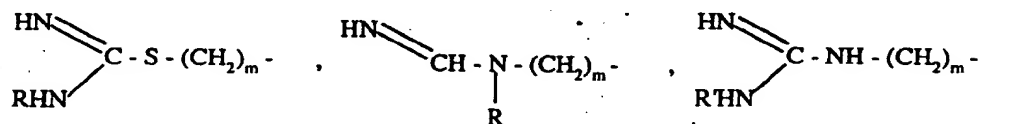
- phényle,
- benzyle (substitué ou non sur le noyau phényle par un ou plusieurs atomes d'halogène ou groupements alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, hydroxy, amino, nitro ou

- carboxy),
- thiénylméthyle,
- (pyridinyl)méthyle,
- diphénylméthyle,
- fluorényle,
- naphtylméthyle,
- benzocyclobutyle,
- (dicyclopropylméthyl)méthyle,
- indanyle,
- ou, cycloalkyl (C<sub>3</sub>-C<sub>7</sub>)méthyle,

R'<sub>2</sub> représente un atome d'hydrogène ou un groupement benzyle  
ou bien

R<sub>2</sub> et R'<sub>2</sub> représentent ensemble C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH=,

R<sub>3</sub> représente l'un quelconque des groupements suivants :



dans lesquels :

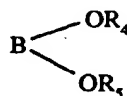
$1 \leq m \leq 6$ ,

R représente un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié,

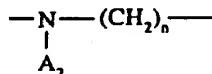
R' représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié,

X représente un atome de soufre ou un groupement amino,

R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub> représentent chacun un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié,  
ou



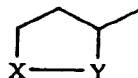
forme un ester boronique de pinanediol,  
représente le groupement suivant:



dans lequel :

n représente 1 ou 2,

A<sub>2</sub> représente un groupement phényle, indanyle, cycloalkyle (C<sub>3</sub>-C<sub>7</sub>) (substitué ou non par un ou plusieurs groupements alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié) cycloalkényle (C<sub>3</sub>-C<sub>7</sub>), bicyclo[2.1.1]hexyl, bicyclo[2.2.1]heptyl ou un groupement :



dans lequel

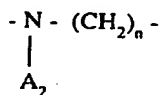
X et Y différents représentent un atome d'oxygène, de soufre, un groupement NH ou CH<sub>2</sub>-

leurs énantiomères, diastéréoisomères et épimères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

2. Composés de formule (I) selon la revendication 1 dans laquelle R<sub>1</sub> représente un groupement acétyl, leurs énantiomères, diastéréoisomères et épimères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

3. Composés de formule (I) selon la revendication 1 dans laquelle R<sub>2</sub> représente un groupement benzyl, leurs énantiomères, diastéréoisomères et épimères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

4. Composés de formule (I) selon la revendication 1 dans laquelle A représente un groupement



tels que défini dans la revendication 1, leurs énantiomères, diastéréoisomères et épimères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

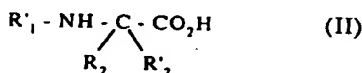
5. Composés de formule (I) selon la revendication 1 dans laquelle R<sub>3</sub> représente un groupement 3-(isothiouréido)propyle, leurs énantiomères, diastéréoisomères et épimères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

6. Composé de formule (I) selon la revendication 1 qui est l'acide 1-(R)-[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino-4-(isothiouréido)butyl boronique, Ac représentant acétyl, (R)Phe représentant (R)-phénylalaniyl, Gly représentant glycyl, ses isomères ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

7. Composé de formule (I) selon la revendication 1 qui est l'acide 1-(R)-[Ac-(R)Phe-(N-cyclohexyl)Gly]amino-4-(isothiouréido)butylboronique, ses isomères ainsi que ses sels d'addition à un acide ou une base pharmaceutiquement acceptable.

8. Composé de formule (I) selon la revendication 1 qui est l'acide 1-(R)-[Ac-(R)Phe-(N-cyclopentyl)Gly]amino-4-(1N-méthylguanidino)butyl boronique, ses isomères ainsi que ses sels d'addition à un acide ou une base pharmaceutiquement acceptable.

9. Procédé de préparation des composés de formule (I) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on fait réagir un amino-acide protégé de formule (II), dont on a éventuellement séparé les isomères par une technique classique de séparation :



dans laquelle :

R'<sub>1</sub> représente un groupement acyle (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, benzyle, alkoxycarbonyl (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>) linéaire ou ramifié, benzyloxycarbonyl ou phénoxycarbonyl,

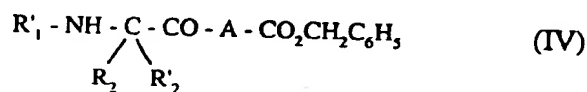
et

R<sub>2</sub> et R'<sub>2</sub> ont la même signification que dans la formule (I),



que l'on fait réagir selon une technique de couplage peptidique avec un deuxième amino-acide protégé de formule (III) dont on a éventuellement séparé les isomères selon une technique classique de séparation,

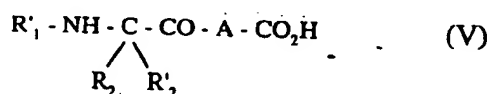
5 dans laquelle A a la même signification que dans la formule (I), pour conduire au composé de formule (IV) :



10

dans laquelle R'<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R'<sub>2</sub> et A ont la même signification que précédemment, dont on déprotège la fonction acide par hydrogénation catalytique ou saponification,

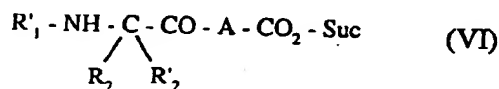
15



20

dans laquelle R'<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R'<sub>2</sub> et A ont la même signification que précédemment, que l'on met en réaction avec du N-hydroxysuccinimide en présence de 1,3-dicyclohexylcarbodiimide en milieu anhydre, pour conduire au composé de formule (VI) :

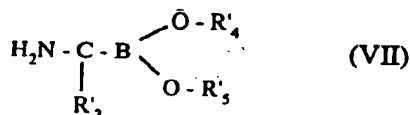
25



30

dans laquelle R'<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R'<sub>2</sub> et A ont la même signification que précédemment et Suc représente un radical succinimido, que l'on met en réaction en milieu basique avec un composé de formule (VII) :

35



40

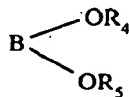
dans laquelle :

R'<sub>3</sub> représente le groupement Br-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub> dans lequel m a la même signification que dans la formule (I),

R'<sub>4</sub> et R'<sub>5</sub> représente chacun un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

45

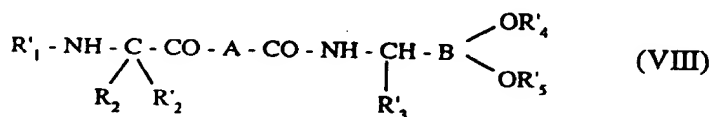
ou



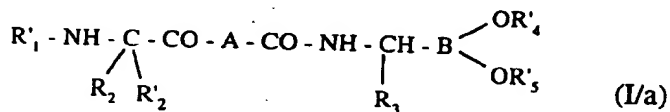
50

forme un ester boronique de pinanediol, pour conduire au composé de formule (VIII) :

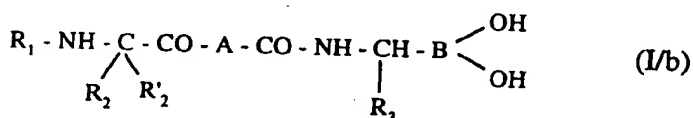
55



dans laquelle  $R'_1$ ,  $R_2$ ,  $R'_2$ ,  $R'_3$ , A,  $R'_4$  et  $R'_5$  ont la même signification que précédemment, que l'on fait réagir avec la thiourée éventuellement substituée ou un composé permettant d'accéder au dérivé aminé convenablement substitué, pour conduire au composé de formule (I/a), cas particulier des composés de formule (I),



dans laquelle  $R'_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R'_2$ , A,  $R'_4$ ,  $R'_5$ , R et m ont la même signification que précédemment, composé de formule (I/a) dont on déprotège, si on le souhaite, la fonction amine terminale et que l'on transforme, en milieu inerte, à l'aide de trichlorure de bore, en acide boronique de formule (I/b), cas particulier des composés de formule (I) :



dans laquelle  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R'_2$ , A et  $R_3$  ont la même signification que dans la formule (I), composé de formule (I/a) ou (I/b) :

- que l'on purifie éventuellement selon une technique classique de purification,
- dont on sépare, si on le souhaite, les énantiomères selon une technique classique de séparation et que l'on transforme, le cas échéant, en ses sels d'addition à un acide ou une base pharmaceutiquement acceptable.

10. Compositions pharmaceutiques contenant comme principe actif au moins un composé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, seul ou en combinaison avec un ou plusieurs véhicules inertes, non toxiques pharmaceutiquement acceptables.
11. Compositions pharmaceutiques selon la revendication 10 utiles en tant qu'inhibiteurs de trypsine-like sérine protéases.
12. Compositions pharmaceutiques selon la revendication 10 utiles en tant qu'inhibiteurs de thrombine.



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 95 40 1462

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	WO-A-92 07869 (THROMBOSIS RESEARCH INST) 14 Mai 1992 * revendications; exemples *	1-12	C07K5/065 C07F5/02 A61K38/05 A61K33/22
D,X	EP-A-0 471 651 (SANDOZ LTD ; SANDOZ AG (DE); SANDOZ AG (AT)) 19 Février 1992 * revendications; exemples *	1,4, 10-12	
P,X	EP-A-0 615 978 (ADIR) 21 Septembre 1994 * revendications; exemples *	1-12	
A	J. MED. CHEM. (1993), 36(13), 1831-8 CODEN: JMCMAR; ISSN: 0022-2623, LIM, MARGUERITA S. L. ET AL 'The solution conformation of (D)Phe-Pro-containing peptides: implications on the activity of Ac-(D)Phe-Pro-boroArg-OH, a potent thrombin inhibitor' * tableaux I,III *	1,10-12	
A	TETRAHEDRON LETT. (1992), 33(29), 4209-12 CODEN: TELEAY; ISSN: 0040-4039, ELGENDY, SAID ET AL 'New peptide boronic acid inhibitors of thrombin' * tableau 3 *	1,10-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
D,A	EP-A-0 293 881 (DU PONT) 7 Décembre 1988 * le document en entier *	1-12	C07K C07F A61K
P,X	WO-A-94 25049 (DU PONT MERCK PHARMA) 10 Novembre 1994 * composés 67-75 * * revendications; exemples *	1,10-12	
P,X	WO-A-95 09634 (DU PONT MERCK PHARMA) 13 Avril 1995 * page 23, ligne 11 - ligne 19; revendications; exemples *	1,10-12	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>26 Septembre 1995</b>	Examinateur <b>Fuhr, C</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant</p>	
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>			

EPO FORM 1500 (12/93) (P.O.C.H.)